

**ПРОУЧВАНЕ НА УСТОЙЧИВОСТТА НА ДИВИ И КУЛТУРНИ
ВИДОВЕ ОТ СЕМ. ЖИТНИ СПРЯМО
КАФЯВА РЪЖДА (*PUCCINIA RECONDITA F. SP. TRITICI*)
И БРАШНЕСТА МАНА (*ERISIPHE GRAMINIS*)**

**Спасимира Недялкова¹, Златина Ур², Виолета Божанова¹,
Петър Чавдаров²**

¹Институт по полските култури – Чирпан

²Институт по растителни генетични ресурси „К.Малков“ – Садово

Резюме

Извършено е тригодишно проучване на устойчивостта спрямо причинителите на (*Puccinia recondita f. sp. tritici*) и (*Erisiphe graminis*) при пет сорта твърда пшеница и образци, принадлежащи към диви и културни видове от родовете *Triticum* и *Aegilops*. Изследването е проведено в ИПК – Чирпан при условията на изкуствен инфекциозен фон от агресивни раси на проучваните патогени. Всички образци от дивите и културните родственици проявяват по-висока устойчивост към причинителите на кафява ръжда и брашнеста мана в сравнение с твърдата пшеница. С най-голяма устойчивост и към двата патогена се отличават образците от *Tr. aegilopoides* и *Ae. ventricosa*, следвани от *Tr. dicoccum*, *Tr. polonicum* и *Ae. kotschyi*. Те могат да бъдат включени в селекционната програма на твърдата пшеница за създаване на устойчиви към тези болести сортове.

Ключови думи: твърда пшеница, устойчивост към болести, образци, диви и културни видове, кафява (листна) ръжда, брашнеста мана

Abstract

*Nedjalkova S., Z. Uhr, V. Bozhanova, P. Chavdarov, 2014. Investigation of resistance in wild and cultivated species of fam. Gramineae to leaf rust (*Puccinia recondita f. sp. tritici*) and powdery mildew (*Erisiphe graminis*).*

Three years investigation on resistance to (*Puccinia recondita f. sp. tritici*) and (*Erisiphe graminis*) at 5 durum wheat cultivars and accessions from wild and cultivated species of genus *Triticum* и *Aegilops* was conducted. The evaluation was carried out in FCI – Chirpan at artificial infectious background of aggressive races of the studied pathogens. All studied accessions from wild and cultivated species manifested higher resistance to leaf rust and powdery mildew in comparison with durum wheat. The accessions of *Tr. aegilopoides* and *Ae. ventricosa* followed by *Tr. dicoccum*, *Tr. polonicum* и *Ae. kotschyi* were characterized with the highest resistance to the both studied pathogenes. They can be included in the breeding program of durum wheat to create resistant to these diseases varieties.

Kew words: durum wheat, diseases resistance, wild and cultivated species, leaf rust, powdery mildew

УВОД

Кафявата ръжда (*Puccinia recondita f. sp. tritici*) е една от най-широко разпространените болести по пшеницата у нас и в световен мащаб. Загубите при ранна проява могат да достигнат до 30-40% и повече (Господинова, 1983). Кафявата ръжда, макар че не е най-вредоносният патоген, стои

на първо място по икономическо значение, защото се развива почти ежегодно (Кържин, 2003). Големият и размножителен потенциал, възможността да презимува при климатичните условия на страната и различията по вирулентност в популацията на патогена обуславят във висока степен нейната вредоносност (Радицуеле и кол., 1983). Нападенията от ръжди предизвикват дълбоки нарушения във физиологичните и биохимичните процеси на растенията, които водят до силно намаляване на продуктивността и до влошаване качеството на зърното. Циклично те се развиват в епифитотични размери.

В България са регистрирани големи загуби на зърно, причинени от ръжди. Най-големи са епифитотиите през годините 1928, 1930, 1932, 1936, 1959, 1961 години (Додов, 1963; Дончев, 1965). В частност развитието на кафявата ръжда се благоприятства от мека зима в съчетание с хладно и влажно време през пролетта. При такива условия тя може да се развива без прекъсване от есента до лятото. До сега в световен мащаб са характеризирани повече от 70 специфични гени за устойчивост към кафява ръжда, но способността на патогените да се адаптират към новата устойчивост чрез една единствена мутация в генома им е непрекъснато предизвикателство към селекционерите (Kokhmetova et al., 2012).

Загубите от брашнестата мана в световен мащаб възлизат на 10% средно на година, а в България този процент варира от 10-30% (Добрев, 1987). Освен на климатичните условия повишената ботаническа активност на патогенна се дължи и на монокултурието, прекомерното азотно торене, отглеждането на имунологично еднородни сортове и други (Добрев и Мацов, 1984; Марченкова и кол., 1996).

Създаването и отглеждането на устойчиви сортове е най-добрата стратегия за контрол на най-разпространените гъбни болести при стопански важните житни видове. Въпреки това, използването на сортове с устойчивост, дължаща се на единични гени не е напълно ефективно за по-дълъг период от време. Патогените, причинители на тези заболявания са много динамични и техните раси постоянно се променят. Широкото разпространение през последните години на едни и същи устойчиви на болести сортове води до появата на все по-вирулентни раси, което затруднява усилията на селекционерите в създаването на сортове с продължителна устойчивост (Todorovska et al., 2009). За да бъде създадена ефективна и трайна устойчивост е необходимо да бъдат използвани нови източници и тяхното комбинирано използване (He et al., 2012). Дивите и културните видове от сем. *Gramineae* са източник на полезни алели за подобряването на пшеницата в т. ч. алели, свързани с устойчивост на болести, някои от които вече са прехвърлени в генома на обикновената пшеница (He et al., 2012; Marais et al., 2005). В предишни проучвания на колекция от български образци от различни видове от род *Aegilops* е установено, че източници на устойчивост към причинителите на брашнеста мана и ръжди най-често се срещат сред диплоидните – *Ae. speltoides* и *Ae. caudata*, и тетраплоидните видове *Ae. geniculata* и *Ae. neglecta* (Zacharieva et al., 2003).

Чрез настоящото изследване се проучва устойчивостта на образци от диви видове от род *Aegilops* и диви и културни видове от род *Triticum* към икономически важните гъбни болести – кафява (листна) ръжда (*Puccinia*

recondita f. sp. tritici) и брашнеста мана (*Erisiphe graminis*) с цел понататъшното им включване като донори за повишаване на устойчивостта при твърдата пшеница.

МАТЕРИАЛ И МЕТОД

В изследването са включени 5 сорта твърда пшеница – Загорка, Гергана, Прогрес, Белослава и Възход, 7 образца от видовете *Tr. macha*, *Tr. spelta*, *Tr. timopheevii*, *Tr. monococcum*, *Tr. aegilopoides*, *Tr. dicoccum*, *Tr. polonicum*, принадлежащи към род *Triticum* и 5 образца от видовете *Ae. kotschyi*, *Ae. tauschii*, *Ae. triaristata*, *Ae. ventricosa*, *Ae. juvenalis*, принадлежащи към род *Aegilops*. Всички образци са любезно предоставени от генбанката на ИРГР “К. Малков” – Садово и се поддържат в работна колекция в ИПК-Чирпан.

Изследването е проведено през периода 2009-2011 година в ИПК – Чирпан при условията на изкуствен инфекциозен фон от агресивни раси на проучвания патоген. Сеитбата е извършвана по кръговия способ на Lelley (1957). Инокулирането е осъществено чрез инжектиране на сорта уловител „Michigan amber”. Споровата суспензия от уредоспори на кафява ръжда се изнася на полето в началото на фаза вретенене. Инокулумът от създадените чрез инжектиране огнища служи като продължителен източник на инфекция за изследвания селекционен материал.

Оценка на генотиповете за устойчивост спрямо кафява ръжда се извърши във фаза млечна зрялост. Отчетени са тип и степен на нападение, тип на нападение по скалата по Lorgering (1959), а степен на нападение по подобрената скала на Coob (по Peterson et al., 1948).

I-ва група – VR – високоустойчиви – Рср. 0-5;

II-ра група – R – устойчиви – Рср. 6-25;

III-та група – MR – средно устойчиви – Рср. 26-45;

IV-та група – MS – умерено чувствителни – Рср. 46-65;

V-та група – S – чувствителни – Рср. 66-100.

Устойчивостта към брашнеста мана на изпитваните генотипове е преценявана двукратно: в начало на вретенене и във възрастна зрялост със запазена листна повърхност от средния и горния етаж. Отчетени са степен на нападение по скалата на Гешеле (1978), тип на нападение по скалата на Mains and Dietz.

I-ва група – имунен – 0.00% , I

II-ра група – устойчив – 0.01-15.0%, R

III-та група – средно устойчив – 15.01-30.0%, MR

IV-та група – чувствителен – 30.01-50.0%, MS

V-та група – силно чувствителен – над 50.0%, S

Въз основа на проследените основни метеорологични показатели – средноденоношна температура на въздуха (°C), температурна сума (°C) и сума от валежите с натрупване за периода на изпитване mm/m² е изчислен хидротермичният коефициент (ХТК). Интерпретиране на даните за хидротермичния коефициент на Селянинов (1937) е направено съгласно класификацията на Сапожникова (1963), според която при ХТК: <0.40 – условията са сухи; 0.41-0.70 – твърде засушливи; 0.71-1.00 – засушливи; 1.01-1.30 – слабо засушливи; 1.31-1.60 – влажни; > 1.6 – преовлажнени.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Периодът, през който са правени наблюденията за появата на болестите (април-юни се характеризира с различна влажност през отделните години на изследване. През 2009 година месеците май и юни са сухи (май – ХТК=0.28; юни – ХТК=0.22). През 2010 година този период се характеризира като засушлив, като месец май е твърде засушлив (ХТК=0.48), а месец юни е влажен (ХТК=1.31). През 2011 година периодът май-юни е твърде засушлив (май – ХТК=0.63, юни – ХТК=0.54) (Таблица 1).

Таблица 1. Метеорологична характеристика за района на ИПК – Чирпан през месеците април – юни за периода 2009-2011 година

Table 1. Meteorological characteristic of region of FCI – Chirpan during April-June for the periods 2009 – 2011 years

Години Years	Температурна сума Temperature sum			Валежи Σ W mm Rainfall			ХТК HTC		
	Месеци Month			Месеци Month			Месеци Month		
	IV	V	VI	IV	V	VI	IV	V	VI
1928 – 2011	343	519	622	45	63	65	1.31	1.21	1.05
2009	357	569	648	17	16	14	0.48	0.28	0.22
2010	364	554	625	63	27	82	1.73	0.48	1.31
2011	444	551,8	642	46	42	31	1,23	0,63	0.54

В Таблица 2 са представени резултатите, отразяващи проявите на нападение на причинителя на кафява ръжда и нивото на устойчивост на изпитваните образци от род *Aegilops*, род *Triticum* и сортовете твърда пшеница по години. Типът на инфекция и степента на нападение при един и същ генотип варира по години в зависимост от влажността през периода май-юни. Преобладаващата част от изследваните генотипове проявяват по-високи нива на устойчивост през 2009 година, тъй като изследваният период се характеризира с най-ниски хидротермични коефициенти и съответно е най-сух. През тази година условията за развитие на патогена са били най-неблагоприятни, което намира отражение в по-ниската степен на нападение. Средната относителна степен на нападение от *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* е най-висока при сортовете твърда пшеница – 6.0%, следвани от останалите изследвани видове на род *Triticum* – 0.6%. Най-висока чувствителност спрямо кафява ръжда (*Puccinia recondite*) са проявили старите български сортове твърда пшеница Загорка и Гергана и образците от видовете *Tr. macha* и *Tr. timopheevii*. Образците от род *Aegilops* се характеризират с най-ниски средни стойности на относителната степен на нападение от причинителя на кафява ръжда. Като напълно устойчиви и през трите години на изследване се проявяват образците от *Ae. cotshyi*, *Ae. triaristata*, *Ae. ventricosa*. При образците от *Ae. juvenalis* и *Ae. tauschii* е отчетена слаба инфекция само в една от годините. Сред изследваните видовете от род *Triticum* *Tr. aegilopoides* се е проявил като напълно устойчив, следван от *Tr. dicocum*, *Tr. monococum* и *Tr. polonicum*, които са показали много висока устойчивост. Образците от род *Aegilops*, които се отличават с пълна устойчивост към пречинителя на кафявата ръжда принадлежат към различни тетраплоидни видове с общ U геном, а *Ae. cotshy*

Таблица 2. Проявление на *Puccinia recondita* и нива на устойчивост на изпитваните генотипи за периода 2009-2011 година
 Table 2. Manifestation of *Puccinia recondita* and resistance levels of studied genotypes during 2009-2011 years

Генотип Genotype	Тип на инфекция / степен на нападение Type of infection / degree of attack			Средна относителна степен на нападение Average relative degree of attack
	2009 година/year	2010 година/year	2011 година/year	
Загорка / Zagorka	MR/25	MR/30	MR/30	11.3
Прогрес / Progres	R/5	R/20	R/20	3.0
Белослава / Beloslava	R/5	R/20	MR/20	4.3
Възход / Vashod	R/5	R/15	MR/10	2.7
Гергана / Gergana	R/10	MR/30	R/20	6.0
Средно за <i>Tr. durum</i> (AB) Average for <i>Tr. durum</i>				5.50
<i>Tr. macha</i> (ABD)	VR/5	R/20	VR/0	1.3
<i>Tr. timopheevii</i> (AG)	VR/5	R/25	VR/5	1.7
<i>Tr. spelta</i> (ABD)	VR/0	R/10	VR/5	0.7
<i>Tr. monococcum</i> (A)	VR/5	VR/0	VR/5	0.0
<i>Tr. aegilopoides</i> (Au)	VR/0	VR/0	VR/0	0.0
<i>Tr. dicoccum</i> (AB)	VR/5	VR/0	VR/5	0.0
<i>Tr. polonicum</i> (AB)	VR/5	VR/0	VR/10	0.0
Средно за род <i>Triticum</i> Average for <i>Triticum</i>				0.62
<i>Ae. kotschyi</i> (US)	VR/0	VR/0	VR/0	0.0
<i>Ae. triaristata</i> (UM)	VR/0	VR/0	VR/0	0.0
<i>Ae. juvenalis</i> (DMU)	R/5	VR/0	VR/0	0.3
<i>Ae. tauschii</i> (D)	R/5	VR/0	VR/0	0.3
<i>Ae. ventricosa</i> (DUm)	VR/0	VR/0	VR/0	0.0
Средно за род <i>Aegilops</i> Average for <i>Aegilops</i>				0.10

има и **S** геном. Нашите резултати от изпитването на български егилопси подкрепят някои досегашни изследвания, според които гени за устойчивост спрямо кафява ръжда се намират предимно в **S** генома според Gill et al. (1984) и в **U** и **M** генома според Manisterski and Segal (1988). Наблюденията ни относно *Ae. ventricosa* подкрепят съществуващата в чуждата литература информация, според която този вид е източник на различни гени за устойчивост към болести в т. ч. и на *Lr37*, който предава устойчивост на пшеницата към кафява ръжда (Bulos et al., 2006). Расите на кафявата ръжда с вирулентност към *Lr37* са били идентифицирани в различни страни, но все още този ген осигурява устойчивост към голям набор от раси на патогена и е полезен особено в комбинация с други гени за устойчивост (Kolmer et al., 2005).

В Таблица 3 са представени резултатите, отразяващи проявите на нападение на причинителя на брашнестата мана и нивото на устойчивост на проучваните генотипове от род *Aegilops*, род *Triticum* и сортовете твърда пшеница по години. Типът на инфекция и степента на нападение при един

Таблица 3. Проявление на *Erysiphe graminis*) и нива на устойчивост на изпитваните генотипи за периода 2009-2011 година

Table 3. Manifestation of *Erysiphe graminis* and resistance levels of studied genotypes during 2009-2011 year

Генотип Genotype	Тип на инфекция / степен на нападение Type of infection / degree of attack			Средна относителна степен на нападение Average relative degree of attack
	2009 година/year	2010 година/year	2011 година/year	
Загорка / Zagorka	I/0	R/5/2	R/10/2	1.0
Прогрес / Progres	R/15/2	R/5/3	R/15/3	2.3
Белослава / Beloslava	I/0	R/10/3	R/5/2	1.0
Възход / Vashod	MS/30/2	S/70/4	MS/30/3	34.6
Гергана / Gergana	MS/30/2	S/70/4	MS/40/3	37.3
Средно за <i>Tr. durum</i> (AB) Average for <i>Tr. durum</i>				15.24
<i>Tr. macha</i> (ABD)	I/0	R/10/2	I/0	0.7
<i>Tr. timopheevii</i> (AG)	I/0	I/0	I/0	0.0
<i>Tr. spelta</i> (ABD)	I/0	I/0	I/0	0.0
<i>Tr. monococcum</i> (A)	I/0	R/15/2	I/0	1.0
<i>Tr. aegilopoides</i> (Au)	I/0	I/0	I/0	0.0
<i>Tr. dicoccum</i> (AB)	I/0	I/0	I/0	0.0
<i>Tr. polonicum</i> (AB)	I/0	I/0	I/0	0.0
Средно за род <i>Triticum</i> Average for <i>Triticum</i>				0.24
<i>Ae. kotschyi</i> (US)	I/0	R/10/2	I/0	0.7
<i>Ae. triaristata</i> (UM)	I/0	R/15/3	R/5/2	1.3
<i>Ae. juvenalis</i> (DMU)	I/0	R/15/2	I/0	1.0
<i>Ae. tauschii</i> (D)	I/0	R/15/2	I/0	1.0
<i>Ae. ventricosa</i> (DUm)	I/0	I/0	I/0	0.0
Средно за род <i>Aegilops</i> Average for <i>Aegilops</i>				0.80

и същ генотип варира по години в зависимост от влажността през периода май-юни. През 2010 година, характеризираща се с влажен месец юни (Таблица 1) преобладаващата част от изследваните генотипове са проявили по-голяма чувствителност към *Erysiphe graminis*, поради по-благоприятните условия за развитието на патогена. Средната относителна степен на нападение е най-висока при твърдата пшеница -15.3%. Най-висока чувствителност към брашнеста мана проявяват сортовете Възход и Гергана. Всички изследвани видове от род *Triticum* са имунни към *Erysiphe graminis*, с изключение на *Tr. macha* и *Tr. monococcum*. В годината с благоприятни условия за развитие на патогена 2010 година тези генотипове са били подложени на нападение, но са проявили устойчивост. Всички изследвани генотипове от род *Aegilops* са устойчиви с ниска относителна средна степен на нападение от 0.7% при *Ae. kotschyi* до 1.3% при *Ae. triaristata*. Образецът от *Ae. ventricosa* се е проявил като напълно имунен и през трите години на изследване. Образците от *Ae. kotschyi*, *Ae. juvenalis* и *Ae. tauschii* са проявили пълна имунност в две от изследваните години.

С най-голяма устойчивост и към двата патогена се отличават образците от *Tr. aegilopoides* и *Ae. ventricosa*, следвани от *Tr. dicoccum*, *Tr. polonicum* и *Ae. kotschyi*. Нашите резултати, демонстриращи високата устойчивост на *Tr. aegilopoides* и към двата изследвани патогена, са в потвърждение на докладваното по-рано от други автори (Husein et al., 1998; Paul, 1994). Plamenov и кол. (2009) съобщават за устойчиви на двата патогена амфидиплоиди, получени в резултат на кръстосване между твърда пшеница и образци от този диплоиден вид.

Идентифицираните в това изследване устойчиви към кафява ръжда и брашнеста мана генотипове могат да бъдат включени като донори за устойчивост в селекционните програми за подобряване устойчивостта към гъбни болести при твърда и обикновена пшеница. Директната интрогресия чрез кръстосване и беккросиране е често използвана за прехвърляне на гени от диви и близкородствени видове в културните пшеници (Qi et al., 2007). Особен интерес представляват тетраплоидните видове *Tr. dicoccum* и *Tr. polonicum*, имащи хомоложни геноми (AB) на твърдата пшеница и поради това кръстосващи се сравнително лесно с нея. Освен това те притежават и допълнителни ценни гени, свързани с качество на зърното (Todorovska et al., 2013).

За по-натъшното улесняване и ускоряване на селекционната работа по интрогресия на гени за устойчивост е необходимо образците, показали имунност към двата патогена да бъдат характеризирани допълнително и чрез молекулни маркери и се потърси съответствие между устойчивостта на фенотипно и генотипно ниво.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резултатите от проведеното изследване показват, че сортовете твърда пшеница Прогрес, Белослава и Възход се отличават с висока устойчивост към причинителя на кафявата листна ръжда. Най-висока чувствителност спрямо брашнестата мана проявяват сортовете Възход и Гергана.

Всички образци от дивите и културните родственици проявяват по-висока устойчивост към причинителите на кафява ръжда (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) и брашнеста мана (*Erisiphe graminis*) в сравнение с твърдата пшеница. Напълно устойчиви към кафява ръжда са образците от видовете: *Ae. kotschyi*, *Ae. triaristata*, *Ae. ventricosa* и *Tr. aegilopoides*. Образците *Tr. spelta*, *Tr. timopheevii*, *Tr. dicoccum*, *Tr. polonicum*, *Tr. aegilopoides* и *Ae. ventricosa* са напълно имунни към причинителя на брашнестата мана. С най-голяма устойчивост и към двата патогена се отличават образците от *Tr. aegilopoides* и *Ae. ventricosa*, следвани от *Tr. dicoccum*, *Tr. polonicum* и *Ae. kotschyi*.

Идентифицираните в това изследване устойчиви към кафява ръжда и брашнеста мана образци могат да бъдат включени като донори за устойчивост в селекционните програми за подобряване устойчивостта към гъбни болести при твърда и обикновена пшеница. За по-натъшното улесняване и ускоряване на селекционната работа по интрогресия на гени за устойчивост е необходимо образците, показали имунност към двата патогена да бъдат характеризирани допълнително и чрез молекулни маркери.

ЛИТЕРАТУРА

- Добрев, Д., Б. Мацов, 1984. Проучване устойчивостта на индустриални сортове мека пшеница към брашнеста мана. В Сб. „100 години селскостопанска наука в Садово“, т. 1, 397-400.
- Добрев, Д., 1987. Проучване върху причинителите на икономически важни болести по ечемика в България, Дисертация за присъждане на научната степен ДСН, 123.
- Дончев, Н., 1965. Болести и неприятели по пшеницата. Пшеницата в България, 321-359.
- Додов, Д. Н., 1963. Ръждите по пшеницата и настоящи възможности за борба с тях. Бюлетин за научно производствена информация, 2, 2, 19-21.
- Гешеле, Е. Е., 1978. Основы фитопатологической оценки в селекции растений. Издательство „Колос“, Москва.
- Господинова, Е., 1983. Генетична характеристика на причинителя на кафявата ръжда по пшеницата в България за периода 1977-1980. Доклад на Втория национален симпозиум по имунитет на растенията, Пловдив, т. 1, 55-63.
- Захариева, М. Н., 1998. Проучване на генетичните ресурси от видовете *Aegilops* в България.
- Куновски, Ж., 1973. Генетика и селекция. 1, 35-44.
- Кържин, Хр. 2003. Проучване върху ръждите по пшеницата в България и средства за борба с тях. Монография – ДЗИ Генерал Тошево.
- Марченкова, Л. А., Б. И. Сандухадзе, Р. Ф. Чавдарь, 1996. Источники устойчивости к мучнистой росе для селекции озимой пшеницы. Принципы и методы селекции и семеноводства зерновых и зернобобовых культур в Нечерноземье, М., 81-85.
- Радищеле, С., А. Димов, Е. Господинова, 1983. Вирулентност на кафявата ръжда по пшеницата в Южна България за периода 1979 – 1981, Растениевъдни науки, 4, 63-67.
- Сеянинов, 1937. Мировой агроклиматический справочник, М.
- Сапожникова, 1963. Метеорологические указания по составлению агроклиматических справочников района втяжелности производительных колхозно-совхозных управлений, М.
- Bulos, M., M. Echarte, K. Sala, 2005. Occurrence of the rust resistance gene *Lr37* from *Aegilops ventricosa* in Argentine cultivars of wheat, Electronic Journal of Biotechnology, Vol. 9, 5, ISSN: 0717-3458.
- He, R., Z. Chang, Z. Yang, Z. Yuan, H. Zhan, X. Zhang, J. Liu, 2009. Inheritance and mapping of powdery mildew resistance gene *Pm43* introgressed from *Thinopyrum intermedium* into wheat, Theoretical and Applied Genetics, Vol. 118, 6, 1173-1180.
- Husein, T., R. L. Bowden, T. S. Gill, T. S. Cox, 1998. Chromosomal locations in common wheat of three new leaf rust resistance genes from *Triticum monococcum*, Euphytica, 101, 127-131.
- Kokhmetova, A., G. Yessenbekova, A. Morgounov, F. Ogbonnaya, 2012. The Screening of Wheat Germplasm for Resistance to Stripe and Leaf Rust in Kazakhstan Using Molecular Markers, Journal of Life Sciences, 6, 353-362.

- Kolmer, J. A., D. L. Long, M. E. Hughes, 2005.** Physiologic specialization of *Puccinia triticina* on wheat in the United States in 2003. *Plant Disease*, vol. 89, 11, 1201-1206.
- Lelley, J., 1957.** *Der Zuechter*, 27, H, 2.
- Marais, G. F., B. McCallum, J. E. Snyman, Z. A. Pretorius, A. S. Marais, 2005.** Leaf rust and stripe rust resistance genes *Lr54* and *Yr37* transferred to wheat from *Aegilops kotschy*, *Plant Breeding*, 6, 538-541.
- Loegering, W. Q., 1959.** Method of recording cereal rust data, USDA International Spring Wheat Nursery.
- Peterson, R. F., A. B. Campbell, A. E. Hannah, 1948.** A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. *Can. J. Res., Sec. C, Bot. Sci.*, 26, 496-500.
- Paul, J. G., M. A. Allota, P. L. Angridge, T. T. He, 1994.** RFLP markers associated with Sr 22 and recombination between chromosome 7A of bread wheat and the diploid *Triticum Boeoticum*, *Theor. Appl. Genet.*, 89, 1039-1045.
- Plamenov, D., I. Belchev, V. Kiryakova, P. Spetsov, 2009.** Fungal resistance of *Triticum durum* – *T. Monococcum* ssp. *Aegilopoides amphiploid*, *Journal of Plant Diseases and Protection*, 116 (2), 60-62.
- Qi L., B. Friebe, P. Zhang, B. S. Gill, 2007.** Homoeologous recombination, chromosome engineering and crop improvement. *Chromosome Research*, 15, 3-19.
- Todorovska, E., N. Christov, S. Slavov, P. Christova, D. Vassilev, 2009.** Biotic stress resistance in wheat – breeding and genomic selection implications. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 23, 1417-1426.
- Todorovska, E., B. Hadjiivanova, V. Bozhanova, D. Dechev, Y. Muhovski, I. Panchev, , N. Abu-Mhadi, V. Peycheva, A. Ivanova, 2013.** Molecular and phenotypic characterization of advanced backcross lines derived from interspecific hybridization of durum wheat, *Biotechnol. & Biotechnol. Eq.*, 3, 3760 -3771.
- Zaharieva, M., A. Dimov, P. Stankova, J. David, P. Monneveux, 2003.** Morphological diversity and potential interest for wheat improvement of three *Aegilops L. species* from Bulgaria, *Genet. Resour. Crop Ev.*, Vol. 50, 507-517.